

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-283622
 (43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.Cl.

G11B 5/60

G11B 21/21

(21)Application number : 09-266522

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.09.1997

(72)Inventor : ITO ATSUSHI
AZUMA KEIKO

(30)Priority

Priority number : 08285061 Priority date : 28.10.1996 Priority country : JP

09 26871

10.02.1997

09 26872

10.02.1997

JP

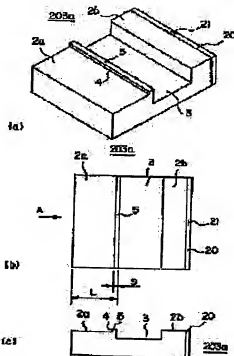
JP

(54) HEAD SLIDER AND RECORDING AND REPRODUCING DEVICE FORMED BY USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To embody the lower floating of a head and the low load and stable contact between the head and a disk by generating dynamic pressures within the surface of a head slider facing the disk and generating a negative pressure on the side rear of the central part of the head slider with respect to the rotating direction of the disk within the surface of the head slider facing the disk.

SOLUTION: Dynamic pressure generating sections 2a, 2b are parted by a deep groove 3 which hardly generates the dynamic pressures by air flow. A land part 5 is formed in part of the front dynamic pressure generating section 2a by providing this part with a difference 4 in level along the direction perpendicular to the disk rotating direction A in order to suppress the difference in the flying heights between the inner and outer peripheries of the disk without depending on the dependence of a yaw angle. The depth of the difference 4 in level is set nearly equal to the flying height at the rear end of the front and rear dynamic pressure generating section 2a. The rear dynamic pressure generating section 2b is short with respect to the disk rotating direction A. The head slider floats by having prescribed pitching as the front dynamic pressure generating section 2a floats at the time of operation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開平10-283622

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
G 1 1 B 5/60 21/21	1 0 1	G 1 1 B 5/60 21/21
		Z 1 0 1 Q

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全 30 頁)

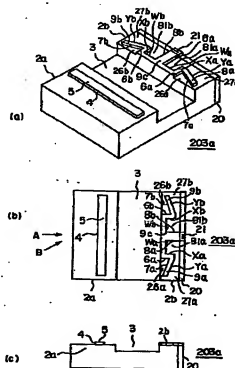
(21) 出願番号	特願平9-266522	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成9年(1997)9月30日	(72) 発明者	伊藤 淳 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内
(31) 優先権主張番号	特願平8-285061	(72) 発明者	東 圭子 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内
(32) 優先日	平8(1996)10月28日	(74) 代理人	弁理士 外川 英明
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平9-26871		
(32) 優先日	平9(1997)2月10日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平9-26872		
(32) 優先日	平9(1997)2月10日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 ヘッドスライダ及びこれを用いた記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】ヨー角依存性が少ないヘッドスライダ、及びこれを用いて記録密度の向上を図ることが可能な記録再生装置の提供。

【解決手段】回転可能な記録媒体であるディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッド20を搭載したヘッドスライダ203aにおいて、ヘッドスライダのディスクと対向する面に形成され動圧を発生させるための動圧発生部2a、2bと、ヘッドスライダのディスクと対向する面内でディスクの回転方向に関してヘッドスライダの中央部分よりも後方側に設けられ負圧を発生させるための負圧発生部81a、81bとを備えたことを特徴とするヘッドスライダ及びこれを用いた記録再生装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転可能な記録媒体であるディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドを搭載したヘッドスライダにおいて、

前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に形成され動圧を発生させるための動圧発生部と、

前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面内で前記ディスクの回転方向に関して前記ヘッドスライダの中央部分よりも後方側に設けられ負圧を発生させるための負圧発生部とを備えたことを特徴とするヘッドスライダ。

【請求項2】 回転可能な記録媒体であるディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドを搭載したヘッドスライダにおいて、

前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記ディスクの回転方向に沿って配列される少なくとも2つの動圧発生部と、

前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も前方に位置する動圧発生部と該回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部との間に位置し、前記ディスク方向に最も突出して設けられる接地パッドとを有することを特徴とするヘッドスライダ。

【請求項3】 回転可能な記録媒体であるディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドを搭載したヘッドスライダにおいて、

前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記ディスクの回転方向に沿って溝を挟んで配列される少なくとも2つの動圧発生部を有し、

前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部の前記溝に面した前縁には、凹部が形成されていることを特徴とするヘッドスライダ。

【請求項4】 前記負圧発生部は、前記動圧発生部に切欠部を形成することにより構成されてなることを特徴とする請求項1記載のヘッドスライダ。

【請求項5】 前記動圧発生部は、前記ディスクの回転方向に沿って少なくとも2つ設けられており、前記負圧発生部は前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部に設けられていることを特徴とする請求項1記載のヘッドスライダ。

【請求項6】 前記動圧発生部は、前記ディスクの回転方向に沿った長さよりも該回転方向に略垂直な方向に沿った長さの方が長い形状を有していることを特徴とする請求項1、2、3のいずれか1項に記載のヘッドスライダ。

【請求項7】 前記前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部には、負圧を発生させるための負圧発生部が設けられていることを特徴とする請求項2または3に記載のヘッドスライ

ダ。

【請求項8】 前記動圧発生部は、正圧を発生させるための領域と負圧を発生させるための領域とを含んでなることを特徴とする請求項1または7のいずれかに記載のヘッドスライダ。

【請求項9】 前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部には、該回転方向にほぼ沿った第1の段差及び該回転方向と略垂直な方向にほぼ沿った第2の段差を形成する第1の切欠部が設けられていることを特徴とする請求項2または3のいずれかに記載のヘッドスライダ。

【請求項10】 前記負圧発生部は、前記ディスクの回転方向とほぼ直交する方向に沿って配置される第1、第2のランド部と、これら第1、第2のランド部に挟まれて前記ディスクの回転方向にほぼ沿って配置される第3のランド部とを備え、第1及び第2のランド部と第3のランド部とでそれぞれ囲まれた領域で負圧を発生するように構成したことを特徴とする請求項1または請求項7のいずれかに記載のヘッドスライダ。

【請求項11】 前記負圧発生部には、前記ディスクの回転方向にほぼ沿った第1の段差及び該回転方向と略垂直な方向にほぼ沿った第2の段差を形成する第1の切欠部と、前記第1の段差と対向する第3の段差を形成する第2の切欠部とが設けられていることを特徴とする請求項8記載のヘッドスライダ。

【請求項12】 前記負圧発生部には、前記ディスクの回転方向にほぼ沿った第1の段差及び該回転方向と略垂直な方向にほぼ沿った第2の段差を形成する第1の切欠部と、前記第1の段差と対向する第3の段差及び前記第2の段差のほぼ反対方向へ延びる第4の段差を形成する第2の切欠部とを設けたことを特徴とする請求項8記載のヘッドスライダ。

【請求項13】 前記第1の切欠部及び前記第2の切欠部は、前記ヘッドスライダの両側部近傍にそれぞれ一つづつ設けられることを特徴とする請求項11または12記載のヘッドスライダ。

【請求項14】 前記第3のランド部を前記第1及び第2のランド部に対する前記ディスクの回転方向上流側に突出させ、この突出量は必要とする前記負圧の大きさに応じて決定されてなることを特徴とする請求項10記載のヘッドスライダ。

【請求項15】 前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も前方に位置する動圧発生部と該回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部との間に位置し、前記ディスク方向に最も突出して設けられる接地パッドを更に備えたことを特徴とする請求項3または5記載のヘッドスライダ。

【請求項16】 前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部の側端部を面取りしたことを特徴とする請求項2、3、5のい

れか 1 項に記載のヘッドスライダ。

【請求項 17】前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部に、正圧発生用段差と、この正圧発生用段差よりも該回転方向に略垂直な方向に関して内側に位置する負圧発生用段差とを設けたことを特徴とする請求項 2、3、5 のいずれか 1 項に記載のヘッドスライダ。

【請求項 18】前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も前方に位置する動圧発生部に、前記ディスクの回転方向と略垂直な方向に沿った段差を形成することによりランド部を設けたことを特徴とする請求項 2、3、5 のいずれか 1 項に記載のヘッドスライダ。

【請求項 19】前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も前方に位置する動圧発生部に、前記ディスクの回転方向と略垂直な方向に沿った段差を形成することによりランド部を設け、該ランド部の該回転方向に関する長さを該動圧発生部の該回転方向に関する全長の 10% より大きく 50% より小さい長さとすることを特徴とする請求項 2、3、5 のいずれか 1 項に記載のヘッドスライダ。

【請求項 20】前記ランド部の前記回転方向に関する長さを前記動圧発生部の前記回転方向に関する全長のほぼ 30% の長さとすることを特徴とする請求項 19 記載のヘッドスライダ。

【請求項 21】前記ランド部の接地面積は、該ランド部が設けられる動圧発生部よりも前記ディスクの回転方向に向って後方に位置する動圧発生部の接地面積よりも小さいことを特徴とする請求項 19 記載のヘッドスライダ。

【請求項 22】前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も前方に位置する動圧発生部に、前記ディスクの回転方向と略垂直な方向に沿った段差を形成することにより設けられるランド部と、このランド部よりも該回転方向に関して後方に設けられる負圧発生用段差とを設けたことを特徴とする請求項 2、3、5 のいずれか 1 項に記載のヘッドスライダ。

【請求項 23】回転可能な記録媒体であるディスクと、このディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドと、この記録再生ヘッドを搭載するヘッドスライダと、このヘッドスライダを支持し前記ディスク上を移動させるアクチュエータとを備えた記録再生装置において、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に形成され動圧を発生させるための動圧発生部と、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面内で前記ディスクの回転方向に関して前記ヘッドスライダの中央部分よりも後方側に設けられ負圧を発生させるための負圧発生部とを備えたことを特徴とする記録再生装置。

【請求項 24】回転可能な記録媒体であるディスクと、このディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドと、この記録再生ヘッドを搭載するヘッドスライダと、

このヘッドスライダを支持し前記ディスク上を移動させるアクチュエータとを備えた記録再生装置において、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記ディスクの回転方向に沿って配列される少なくとも 2 つの動圧発生部と、

前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も前方に位置する動圧発生部と該回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部との間に位置し、前記ディスク方向に最も突出して設けられる接地パッドとを有することを特徴とする記録再生装置。

【請求項 25】回転可能な記録媒体であるディスクと、このディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドと、この記録再生ヘッドを搭載するヘッドスライダと、このヘッドスライダを支持し前記ディスク上を移動させるアクチュエータとを備えた記録再生装置において、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記ディスクの回転方向に沿って溝を挟んで配列される少なくとも 2 つの動圧発生部を有し、

前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部の前記溝に面した前縁は、凹部が形成されていることを特徴とする記録再生装置。

【請求項 26】前記負圧発生部は、前記動圧発生部に切欠部を形成することにより構成されることを特徴とする請求項 23 記載の記録再生装置。

【請求項 27】前記動圧発生部は、前記ディスクの回転方向に沿って少なくとも 2 つ設けられており、前記負圧発生部は前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部に設けられていることを特徴とする請求項 23 記載の記録再生装置。

【請求項 28】前記動圧発生部は、前記ディスクの回転方向に沿った長さよりも該回転方向に略垂直な方向に沿った長さの方が長い形状を有していることを特徴とする請求項 23、24、25 のいずれか 1 項に記載の記録再生装置。

【請求項 29】前記前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部には、負圧を発生させるための負圧発生部が設けられていることを特徴とする請求項 24 または 25 に記載の記録再生装置。

【請求項 30】前記負圧発生部は、正圧を発生させるための領域と負圧を発生させるための領域とを含んで成ることを特徴とする請求項 23 または 29 のいずれかに記載の記録再生装置。

【請求項 31】前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部には、該回転方向にほぼ沿った第 1 の段差及び該回転方向と略垂直な方向にほぼ沿った第 2 の段差を形成する第 1 の切欠部が設けられていることを特徴とする請求項 24 または

25のいずれかに記載の記録再生装置。

【請求項32】前記負圧発生部は、前記ディスクの回転方向とほぼ直交する方向に沿って配置される第1、第2のランド部と、これら第1、第2のランド部に挟まれて前記ディスクの回転方向にほぼ沿って配置される第3のランド部とを備え、第1及び第2のランド部と第3のランド部とでそれぞれ囲まれた領域で負圧を発生するように構成したことを特徴とする請求項23または請求項29のいずれかに記載のヘッドスライダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、浮上量のばらつきや変動もしくは接触力の変動を抑制することが可能なヘッドスライダ、及びこれを用いて記録再生ヘッドの低浮上化もしくは低荷重かつ安定な接触を実現し、記録密度の向上を図ることが可能な記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、記録再生装置においては、高記録密度化に関する技術開発が盛んに行われており、特に磁気ディスク装置における高記録密度化は、ビット密度（ディスク周方向の記録密度）の増加、並びにトラック密度（ディスク半径方向の記録密度）の増加の両面から進められている。ここで、ビット密度を増加させるための技術として、記録再生ヘッド（以下「ヘッド」という）を搭載したヘッドスライダ（以下「スライダ」という）の低浮上化は必須となっている。しかし、従来のスライダにおいては、シーク時の浮上量の動的変動により、ヘッドの低浮上化が妨げられている。以下その要因について詳説する。

【0003】図34は、従来のスライダを採用した磁気ディスク装置の概要を示したものである。いわゆるテーパーフラットスライダに代表される従来のスライダ101のほとんどは、記録媒体であるディスク102の内外周速度差による浮上量差をヨー角依存性を利用して抑制している。ここで、ヨー角とはディスク回転方向とスライダ101の長手方向となす角（図中では θ ）である。

【0004】図34に示すように、いわゆるロータリブクチュエータ103を用いた磁気ディスク装置においては、スライダ101とディスク102との配置をディスク内周側Xでヨー角が小さく、ディスク外周側Yでヨー角が大きくなるように設定している。

【0005】図35は、従来のテーパーフラットスライダの概略を示した斜視図である。図に示すようにスライダ101は、ディスク回転方向Aに沿って伸びる細長い形状の動力発生部101aを有し、この動力発生部101aと回転するディスク（図示せず）との間で発生する動圧を利用して浮上する構成となっている。ディスクの回転方向Aに沿って伸びる動圧発生部101aは、ヨー角が生じてディスクの回転方向がAからBに変わると、圧力発生効率が低下する性質を有する。これは、ヨー角が

小さいときにはスライダ前縁部から流れ込む空気流はスライダ全長に沿って比較的長い距離を流れることによって動圧を発生するのに対し、ヨー角が大きくなると、空気流のうちある部分はスライダ全長に達する以前に側縁部から流出し、またある部分は側縁部から流入しスライダ後端部から流出するいわゆる空気流の横漏れにより、効果的に動圧を高めるのに必要な流動距離を確保することが困難となるためである。従って、従来のテーパーフラットスライダ101では、ディスク外周側Yに行くにつれてヨー角が大きくなると空気流の横漏れによりスライダ101に作用する動圧発生効率が低下する。このため、ディスク外周側Yに行くにつれて周速が増加してもスライダ101に作用する浮上力は変動せず、ディスク102内外周における浮上量差を抑制することができる。

【0006】ところで、図36に示すように、スライダ101のシーク時にはディスクの周速成分 V_r （ $5 \sim 10 \text{ m/s}$ ）以外に、この周速成分 V_r にほぼ直交する方向のシーク速度成分 V_s （最大 1 m/s 程度）が存在する。従って、この2つの速度成分の合成ベクトル V は、スライダ101の長手方向に対して $5 \sim 10^\circ$ 程度の角度をなす。即ち、シーク時には、等価的なヨー角変動（図中では θ' ）が生じていることになる。従って、上記したヨー角依存性と同様の原理により、シーク時には空気流の横漏れにより動圧発生効率が低下するため、過渡的な浮上量低下が発生する。その量は、通常 10 nm を超えることが実験的に確認されており、シーク時におけるディスクとスライダとの衝突を避けるためには、この浮上量低下をマージンとして見込んだスベージング（浮上隙間）を設定しなければならず、スライダの低浮上化を妨げる大きな要因となっている。

【0007】一方、現在、更なる記録密度の向上を目指して、ヘッドをディスクに対して接触させ、実質的に浮上量ゼロで記録再生を行う接触記録技術が検討されている。この接触記録技術における最大の技術課題はヘッドの摩擦低減である。そのためには、ヘッド-ディスク間の接触力を低荷重かつ安定に維持することが必要となる。しかし、従来のスライダでは、シーク時に上記したような等価的なヨー角変動により接触力が変動するため、ヘッド-ディスク間に作用する接触力を低荷重かつ安定に維持することはできない。また、ヘッドの摩擦が進行した場合に、ディスク内外周で浮上姿勢が変化すると、接触部が浮上してスベージングが生じてしまうおそれもある。

【0008】さらに、最近実用化され、今後主流となると考えられる磁気抵抗効果素子を用いたヘッド、いわゆるMRヘッドを採用する場合、記録ヘッドと再生ヘッドを別個に設ける必要があり、通常2つのヘッドをトラック方向に並べて配置する。このような構成においては、ディスク内外周でヨー角が大きく変化すると、2つのヘ

ッド間にトラック幅方向のずれ(トラックずれ)が生じる。この問題に対しては、リニアアクチュエータを用いる方法や、アクチュエータアームの長さを最適化してヨー角の変動を小さくする方法(特開平5-298615号公報参照)等が検討されている。従って、MRヘッドを採用するスライダについても、ヨー角依存性を利用しないでディスク内外周での浮上差を抑制する手法が必要になる可能性が高い。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来のスライダでは、ヨー角依存性を利用してディスク内外周での浮上差を抑制するのに適した形状が採用されているため、シーク時の等価的なヨー角変動により浮上量の低下もしくは接触力の変動が生じる。従って、ヘッドの低浮上化もしくはヘッド-ディスク間の低荷重かつ安定な接触を実現することは困難である。

【0010】また、接触記録においてヘッドの摩耗が進行した場合に、ディスク内外周で浮上姿勢が変化すると、接触部が浮上してスパーシングが生じてしまうおそれもある。

【0011】さらに、MRヘッドを採用するスライダにおいては、ヨー角依存性を利用しないでディスク内外周での浮上差を抑制する手法に対する要請が強い。そこで、本発明では、上記課題を解決し、ヨー角依存性を利用せずにディスク内外周での浮上差をもしくは接触力変動を抑制できるスライダ形状を提案するとともに、かかるスライダを用いて、ヘッドの低浮上化もしくはヘッド-ディスク間の低荷重かつ安定な接触を実現し、記録密度の向上を図ることが可能な記録再生装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、回転可能な記録媒体であるディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドを搭載したヘッドスライダにおいて、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に形成され動圧を発生させるための動圧発生部と、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面内で前記ディスクの回転方向に関して前記ヘッドスライダの中央部分よりも後方側に設けられ負圧を発生させるための負圧発生部とを備えたことを特徴とするヘッドスライダ及びこれを用いた記録再生装置を提供する。

【0013】また上記目的を達成するために、本発明では、回転可能な記録媒体であるディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドを搭載したヘッドスライダにおいて、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記ディスクの回転方向に沿って配列される少なくとも2つの動圧発生部と、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も前方に位置する動圧発生部と該回転方向に関して最も後方に位

置する動圧発生部との間に位置し、前記ディスク方向に最も突出して設けられる接地パッドとを有することを特徴とするヘッドスライダ及びこれを用いた記録再生装置を提供する。

【0014】また上記目的を達成するために、本発明では、回転可能な記録媒体であるディスク上で情報の記録再生を行う記録再生ヘッドを搭載したヘッドスライダにおいて、前記ヘッドスライダの前記ディスクと対向する面に設けられ、前記ディスクの回転方向に沿って溝を挟んで配列される少なくとも2つの動圧発生部を有し、前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部の前記溝に面した前縁には、凹部が形成されていることを特徴とするヘッドスライダ及びこれを用いた記録再生装置を提供する。

【0015】ここで、前記負圧発生部は、前記動圧発生部に切欠部を形成することにより構成されて成ることを特徴としている。また前記動圧発生部は、前記ディスクの回転方向に沿って少なくとも2つ設けられており、前記負圧発生部は前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部に設けられていることを特徴としている。

【0016】また前記動圧発生部は、前記ディスクの回転方向に沿った長さよりも該回転方向に略垂直な方向に沿った長さの方が長い形状を有していることを特徴としている。

【0017】また前記前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部には、負圧を発生させるための負圧発生部が設けられていることを特徴としている。

【0018】また前記負圧発生部は、正圧を発生させるための領域と負圧を発生させるための領域とを含んで成ることを特徴としている。また前記動圧発生部のうち前記ディスクの回転方向に関して最も後方に位置する動圧発生部には、該回転方向にほぼ沿った第1の段差及び該回転方向と略垂直な方向にほぼ沿った第2の段差を形成する第1の切欠部が設けられていることを特徴としている。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。ここでは、記録再生装置の一例として、磁気ディスク装置について説明するが、本発明はこの場合に限定されず、ヘッドをスライダによって支持する形態を有する他の記録再生装置、例えばスライダに光学(対物)レンズを搭載して光学的に記録再生を行う光ディスク装置や、また光ディスク装置の中でも次世代の光記録として期待されているエパネッセント光を利用したニア・フィールド光ディスク応用記録に用いられるソリッド・イマージョン・レンズ(Solid Immersion Lens: SIL)、スーパー球状SIL(Super-spherical SIL)、光ファイバ・プローブ等を本発明のストラ

イダに搭載して適用することも可能である。

【0020】まず、本発明の実施形態の説明に先立ち、磁気ディスク装置の概要について説明する。図1は、ロータリーアクチュエータを用いた磁気ディスク装置の概略を示したものである。ディスク201は、スピンドル202に装着され、所定の回転数で回転される。ディスク201上を浮上もしくは接触した状態で情報の記録再生を行う磁極を搭載したスライダ203は、薄板状のサスペンション204の先端に取付られている。サスペンション204は、図示しない駆動コイルを保持するボビン部等を有するアクチュエータアーム205の一端に接続されている。一方、アクチュエータアーム205の他端には、リニアモータの一種であるボイスコイルモータ206が設けられている。ボイスコイルモータ206は、前記アクチュエータアーム205のボビン部に巻き上げられた図示しない駆動コイルと、それを挟み込むように対向して配置された永久磁石及び対向ヨークからなる磁気回路とから構成される。アクチュエータアーム205は、固定軸207の上下2カ所に設けられた図示しないボールベアリングによって保持され、ボイスコイルモータ206により回転揺動が自在にできるようにしている。

【0021】次に、スライダの浮上姿勢について、図2を参照しつつ簡単に説明する。スライダ203は、動作時にその姿勢をディスク201に合わせるための図示しない可撓性部材（ジンバル）を介してサスペンションにより保持されており、ディスク201の回転に伴って発生する空気流の動圧によって、その全体もしくは一部がディスク201から浮上している。スライダ203の姿勢は、何らかの製造誤差あるいは動圧の変動などによって微妙に変化する場合があり、その変化はローリング及びピッチングという形で規定できる。図2に示すように、ローリングとは、スライダ203のディスク回転方向Aにはば沿った方向（長手方向）の軸線208回りの回転Rをいい、ピッチングとは、スライダ203の長手方向と直交する方向の軸線209回りの回転Pをいう。

【0022】第1の実施形態

本発明の第1の実施形態について、図3を参照しつつ説明する。図3は、本発明の第1の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。ここで、(b)は図示しないディスク表面と対向する側のスライダ面を示したものである。スライダ203aは、ディスク回転方向Aに向かって後方に位置する端面に磁極21を備えた記録再生ヘッド20を搭載している。

【0023】前述したように、等価的なヨー角変動により浮上量等が変動するのは、空気流の横傾れによる動圧発生性の低下が原因であり、これは、いわゆるテーパーフラットスライダに代表されるディスク回転方向Aに関して長い動圧発生部をもつスライダ形状において顕著に

見られる現象である。かかるヨー角依存性を低減するためには、図示したように、スライダ203aの動圧発生部2a、2bをディスクの回転方向Aに沿った長さよりも該回転方向Aに略垂直な方向に沿った長さの方が長い横長形状とすることが望ましい。しかし、スライダ203aの形状全体にかかる横長形状とすると、ピッチング剛性の低下が問題となる。そこで、本実施形態では、横長形状の動圧発生部2a、2bをディスク回転方向Aに関して前後に2つ配列する構成とする。ここで、前後の動圧発生部2a、2bは、空気流による動圧がほとんど発生しない深溝3によって隔てられる。深溝3は、機械加工もしくはエッチングにより形成される。

【0024】一方、単に横長形状の動圧発生部2a、2bを複数するスライダとしただけでは、ヨー角依存性の低減により過渡的な浮上量変動を抑制することは可能となるが、逆にディスク内外周で浮上量差が生じてしまう。そこで、本実施形態においては、ヨー角依存性によらずにディスク内外周での浮上量差を抑制すべく、前方の動圧発生部2aの一部にディスク回転方向Aに略垂直な方向に沿った段差4を設けることにより、ランド部5を形成することとした。ここで、段差4は、ランド部5をマスキングし、エッチングにより形成する。段差4の深さは、前方の動圧発生部2aの後端部の浮上量とほぼ等しい程度とすることが望ましく、非常に浅く形成すれば良いことから、短時間で形成でき、かつマスキングも容易である。また、ランド部5と後方の動圧発生部2bが同一平面をなすように形成すれば（図3（c）参照）、1回のエッチング工程で動圧発生部2a、2bを形成することができるため、製作効率が向上し、大量生産にも適した構造とすることができている。

【0025】次に、本実施形態により、ディスク内外周での浮上量差を抑制できる理由について説明する。後方の動圧発生部2bはディスク回転方向Aに関して短く、該回転方向Aに略垂直な方向に関して長い横長形状の平面であり、動作時には、前方の動圧発生部2aが浮上するのにもなつて所定のピッチングを有して浮上する。

【0026】図4は、後方の動圧発生部2bの後端のスペーシング（浮上隙間）を一定とした場合において、後方の動圧発生部2bのピッチングに対する、浮上力をプロットしたものである。図中で、○はスライダ203aがディスク外周側に位置する場合、△はディスク内周側に位置する場合の結果をそれぞれ示している。図示したように、浮上力はピッチングが一定であれば、ディスク内外周ではほとんど差がない。即ち、後方の動圧発生部2bにおける浮上力の変動は、ディスク内外周での周速差よりも、ピッチングの変動によるものが大きいことがわかる。

【0027】従って、ヨー角依存性によらずにディスク内外周での浮上量差を抑制するためには、後方の動圧発生部2bのピッチングがディスク内外周でほぼ一定とな

るようにすればよい。即ち、ディスク内外周で後方の動圧発生部2bのピッチングが変化しないように、前方の動圧発生部2aの形状を設定することにより磁極21が設けられる後方の動圧発生部2bの後端におけるスペーシングを、ディスク内外周における周速差によらず一定に保つことが可能となる。

【0028】図5は、スライダ203aのピッチング及び後端のスペーシングを一定とした場合に、図3に示したスライダ203aの前方の動圧発生部2aのディスク

	全長 L	段差の深さ
□	0. 2mm	0. 1 μ m
○	0. 3mm	0. 1 μ m
△	0. 4mm	0. 2 μ m
▽	0. 4mm	0. 3 μ m

尚、スライダ203aのスペーシングは50nm、ピッチングは100 μ radとしている。

【0030】この結果によれば、全長Lに対してランド部5の長さSの比率が50%以上となる第1の領域においては、ディスク内周側における浮上力よりもディスク外周側における浮上力の方が大きくなっている。一方、前記比率が10%より大きく50%より小さい第2の領域においては、ディスク内外周での浮上力変化が比較的小さい。さらに、前記比率が10%以下となる第3の領域においては、ディスク内周側における浮上力よりもディスク外周側における浮上力の方が小さくなっている。

【0031】図6は、上記した3つの領域に属する前方の動圧発生部を採用した場合において、ディスクの周速に対するスライダ203aのピッチング及びヘッドが設けられる後方の動圧発生部2bの後端におけるスペーシングの変化をそれぞれ示したものである。ここで、縦軸はディスク外周側でのピッチング及びスペーシングを基準とした比で表示している。

【0032】まず、第1の領域に属する前方の動圧発生部（前記比率が50%）を採用した場合は、ディスク内外周において、ディスクの周速が上がるほど（ディスク外周側へ行くほど）ピッチングが大きくなる（図中の△）ので、それに伴ってスペーシングも増加し（図中の黒三角）、ディスク内外周での浮上量一定化は実現できない。

【0033】また、第3の領域に属する前方の動圧発生部（前記比率が10%）を採用した場合は、ディスク内外周において、ディスクの周速が上がるほど（ディスク外周側へ行くほど）ピッチングが小さくなる（図中の□）ので、それにとってもなってスペーシングも減少し（図中の黒四角）、やはりディスク内外周での浮上量一定化は実現できない。

【0034】一方、第2の領域に属する前方の動圧発生部（前記比率が30%）を採用した場合は、ディスク内外周において、ピッチング（図中の○）及びスペーシング（図中の黒丸）はディスクの周速差によらずにほぼ一

回転方向Aに関する全長Lとランド部5の同方向に関する長さSとの比率に対する、ディスク内外周での前方の動圧発生部に作用する浮上力の比をプロットしたものである。ここでは、前方の動圧発生部2aの全長Lや段差4の深さ等の条件を変化させた4種類の形状に関する解析結果を示した。4種類の形状の解析条件は、以下の通りである。

【0029】

定となるため、ディスク内外周での浮上量一定化が実現できる。

【0035】従って、前方の動圧発生部2aに形成されるランド部5のディスク回転方向Aに関する長さを該動圧発生部2aの同方向Aに関する全長の10%より大きく50%より小さい範囲とすることにより、ディスク内外周での浮上量一定化（浮上量の変動が±10%程度は許容できるものとする）を実現することが可能となる。さらに、ランド部5の長さが動圧発生部2aの全長のほぼ30%であれば、ディスク内外周での浮上量をほぼ完全に一定とすることが可能となる。

【0036】なお、ランド部5の長さが動圧発生部2aの全長のほぼ30%の場合は、段差を設けることによりランド部を形成したいわゆるステップ軸受における動圧発生効率も最も高くなることが一般に知られている。従って、この場合にはディスク内外周での浮上量一定化の効果とともに、限られたスライダ面積内で効果的に十分な動圧を発生させることが可能となる。

【0037】以上述べたように、本発明の第1の実施形態によれば、ヨー角依存性の低減により過渡的な浮上量変動を抑制することができるとともに、ディスク内外周での浮上量一定化を実現することが可能となる。

【0038】ところで、ディスク停止時にスライダとディスクとの間に水分が凝集するなどの理由により、ディスク上にスライダが吸着し、ディスク起動時にスライダを円滑に浮上させることが困難になる場合がある。この問題を回避するために従来はディスク31の表面にテクスチャと呼ばれる微少な凹凸を設けることにより、停止中のディスクとスライダとの間に隙間を維持することが行われていた。しかし、このテクスチャは動作時における浮上量のばらつきに伴って発生するスライダとディスクとの衝突の危険度を高める原因となり、スライダの低浮上化に対する妨げとなるおそれがある。

【0039】一方、ディスク起動時には、ディスクは必ずしも所定の回転方向のみに進むのではなく、前後に揺動するような動きをしながら回転を始める。その様子を

図7に示す。前後に揺動するディスク201の動きは、ディスク起動時の励磁タイミングやモータの磁極とコイルの位置関係などに起因する。この時、ディスク201が所定の回転方向Aと逆方向A'に進行する瞬間には、図に示すようにジンバル210を介してサスペンション204に支持されたスライダ203aには、サスペンション204からの反力Fが作用し、この反力Fによってスライダ203aの後端を支点として前方の動圧発生部2aを引き剥がすようなモーメントMが作用する。その際、スライダ203aにおいては、前方の動圧発生部2aのディスク201に対する接地面積の方が後方の動圧発生部2bのそれよりも小さくなっていることから、まず前方の動圧発生部2aがディスク201から容易に引き剥がされる。その後、ディスク201が正規の回転方向Aに進み始めると、空気流の動圧により容易にピッチングが生じスライダ203aの全体がディスク201から容易に引き剥がされる。即ち、本実施形態によれば、前方の動圧発生部2aにおいてはランド部5のみがディスク201上に接地することから、前方の動圧発生部2aの接地面積を後方の動圧発生部2bの接地面積よりも小さくすることができ、上記した吸着現象を有効に防止することが可能となる。

【0040】以上説明した実施形態では、前方の動圧発生部2aのみに段差4を設けることとしたが、図8に示すように、前後の動圧発生部2a、2bに段差4、4'をそれぞれ設ける構成としても、本実施形態と同様の作用効果が期待できる。かかる構成によれば、後方の動圧発生部2bも、前方の動圧発生部2aと同様の浮上力を得ることから、後方の動圧発生部2b全体の面積を低減することができ、スライダ全体を小型化することが可能となるとともに、吸着現象をさらに低減することが可能となる。

【0041】第2の実施形態

本発明の第2の実施形態について、図9を参照しつつ説明する。図9は、本発明の第2の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。なお、図中で、図2及び図3に示した部分と同一の部分もしくは同一機能を有する部分については、同一の符号を付すことにより重複説明を省略する(以下の本発明の実施形態全てにおいても同様とする)。

【0042】本実施形態においては、スライダ203aの動圧発生部2a、2bをディスク回転方向Aに関して前後に2つ配列するとともに、前方の動圧発生部2aにディスク内外周での浮上量を抑制するため、段差4を設けてランド部5を形成するとともに、後方の動圧発生部2bを図示のごとく略V字形状とする。

【0043】上記した第1の実施形態のごとく横長形状の動圧発生部2a、2bを有するスライダ203aにおいては、ディスク外周側でヨー角がつくと、空気流に伴

って発生する動圧の圧力中心がスライダ203aのディスク内周側Sinにシフトする。このため、スライダ203aは、ディスク内周側Sinが高く、ディスク外周側Soutが低くなるようにローリングした姿勢で飛行することになる。また、スライダ203aを支持する図示しないサスペンションの取付誤差や、ディスク表面の凹凸、装置外部からの振動等の影響により、スライダ203aにローリングが生じることもある。かかる場合、スライダ203aの後端のうち浮上量の最も低下するディスク内外周側の側端部がディスクに衝突するおそれがある。そこで、後方の動圧発生部2bのディスク内周側及び外周側の側端部を面取りするとともに、スライダ203aのローリング剛性を低下させないために、図示したように略V字型の形状としてスライダ側部近傍における後方の動圧発生部2bの面積を確保することとした。

【0044】本実施形態によれば、上記した第1の実施形態と同様に、ヨー角依存性の低減により過渡的な浮上量変動を抑制することができ、かつディスク内外周での浮上量一定化を実現することが可能となるとともに、スライダ203aにローリングが発生した場合でも、後方の動圧発生部2bの側端部がディスクに衝突するおそれなくなる。

【0045】なお、後方の動圧発生部2bの形状は上記した略V字形状に限らず、ローリング剛性が確保できれば、図10に示すように、後方の動圧発生部2bのディスク内周側Sin及び外周側Soutの側端部を面取りしただけの形状としても良い。

【0046】また、この面取りは、上記した前方の動圧発生部2aにおける段差4と同一の深さとし、1回のエッチングにより形成するようにすれば、製作効率を向上させることができる。

【0047】第3の実施形態

本発明の第3の実施形態について、図11を参照しつつ説明する。図11は、本発明の第3の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0048】上記したように、第1の実施形態のごとく横長形状の動圧発生部2a、2bを有するスライダ203aにおいては、ディスク外周側でヨー角がつくと、ディスク内周側Sinが高く、ディスク外周側Soutが低くなるようにローリングした姿勢で飛行することになる。そこで、本実施形態においては、スライダ203aの動圧発生部2a、2bをディスク回転方向Aに沿って前後2段に配列し、前方の動圧発生部2aにディスク内外周での浮上量を抑制するため、段差4を設けてランド部5を形成するとともに、後方の動圧発生部2bのディスク内周側及び外周側の側部に切欠部25a、25bを形成し、ディスク回転方向Aにほぼ沿った段差6a、6bを設ける構成とした。

【0049】ディスクの回転方向は、厳密にはディス

内外周でヨー角の変動分だけ相違する。ここでは、スライダ203aがディスク内周側に位置しているときの該ディスクの回転方向を矢印Aで示し、スライダ203aがディスク外周側に位置しているときの該ディスクの回転方向を图中的矢印Bで示す。この場合、ディスク外周側の段差6aではスライダ203aをディスクから離反させる方向の圧力（正圧）が発生することに対して、ディスク内周側の段差6bでは、それと反対方向の圧力（負圧）が発生する。このため、スライダ203aは、ディスク内周側Sinが低く、ディスク外周側Soutが高くなるようにローリングした姿勢をとろうとする。即ち、ディスク外周側でヨー角がつくことにより、空気流に伴って発生する動圧の圧力中心がディスクの内周側にシフトするため、スライダ203aのディスク内周側Sinが高く、ディスク外周側Soutが低くなるようにローリングした姿勢をとろうとする作用に対して、段差6a、6bを設けることにより、それとは反対の姿勢をとろうとする作用が生じることになる。従って、両作用が相殺されることにより、ディスク外周側でのローリングを防止することが可能となる。

【0050】また、かかるローリング防止機能は、スライダ203aのシーク時に等価的なヨー角変動が生じた場合にも有効である。即ち、スライダ203aのシーク時に生じる等価的なヨー角変動に伴って過渡的なローリングが生じた場合でも、段差6a、6bの作用によりそれを調整することができ、スライダ端部がディスクに衝突する危険を回避することが可能となる。

【0051】本実施形態によれば、上記した第1の実施形態と同様に、ヨー角依存性の低減により過渡的な浮上量変動を抑制することができ、かつディスク内外周での浮上量一定化を実現することが可能となるとともに、ディスク外周側でのスライダ203aのローリング及びシーク時における過渡的なローリング変動を防止できるため、後方の動圧発生部2bがディスクに衝突するおそれなくなる。

【0052】なお、ここで、上記した前方の動圧発生部2aにおける段差4と本実施形態により新たに設けた段差6a、6bとを同一の深さとし、1回のエッチングにより形成するようにすれば、製作効率を向上させることができる。

【0053】第4の実施形態

本発明の第4の実施形態について、図12を参照しつつ説明する。図12は、本発明の第4の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0054】上記した第3の実施形態によれば、ディスク外周側でのスライダ203aのローリングを防止できるが、後方の動圧発生部2bの側部に切欠部25a、25bを設けることから、その部分の動圧が低下するため、スライダ203aのローリング剛性が多少減少す

る。そこで、本実施形態では、後方の動圧発生部2bの側部にディスク回転方向Aにほぼ沿った段差6a、6bと同回転方向Aに略垂直な方向に沿った段差7a、7bを設けるよう切欠部26a、26bを形成している。かかる構成によれば、上記した第3の実施形態と同様の効果が生じるとともに、前記段差7a、7bによって、正圧が発生することから、後方の動圧発生部2bにおける所定の動圧を確保しつつ、両側部近傍の圧力分布を高めることができ、スライダ203aのローリング剛性を高く維持することが可能となる。

【0055】図13は、後方の動圧発生部2bにおけるディスクの回転方向と略垂直な方向（スライダ幅方向）に関する圧力分布を示したものである。図中で、D1は上記した第1の実施形態に示した単一のフラット面からなる動圧発生部を有する場合の圧力分布、D2は本実施形態に係る動圧発生部を有する場合の圧力分布をそれぞれ示したものである。

【0056】図示したように、単一のフラット面からなる動圧発生部を有する場合は、スライダ幅方向の中央部で最も圧力が高く、両側端に近づくにつれて圧力が大気圧に漸近するような圧力分布となる。これに対して、本実施形態にかかる動圧発生部を有する場合は、圧力が段差7a、7bの近傍で高く、スライダ幅方向の中央付近では低い圧力分布となる。従って、後方の動圧発生部2bでの浮上力が仮に同じであっても、本実施形態に係る動圧発生部の形状の方がより高いローリング剛性を得ることができる。

【0057】一方、上記した第1の実施形態において示したような単一のフラット面に比べて、段差7a、7bを形成した方がより大きな正圧を発生させることができるため、本実施形態にかかる構成によれば、後方の動圧発生部2bをディスク回転方向に関して短く形成することができ、スライダ全体を小型化することが可能となるとともに、ディスク停止時における後方の動圧発生部の接地面積を削減できることから、スライダの吸着現象を防止することも可能となる。

【0058】上記した本実施形態によれば、上記した第3の実施形態と同様に、ヨー角依存性の低減により過渡的な浮上量変動を抑制することができ、かつディスク内外周での浮上量一定化を実現することが可能となるとともに、ディスク外周側でのスライダ203aのローリングを防止でき、しかもローリング剛性を高く維持することができるため、後方の動圧発生部2bがディスクに衝突するおそれなくなる。

【0059】なお、上記した前方の動圧発生部2aにおける段差4と本実施形態により新たに設けた段差6a、6b、7a、7bとを同一の深さとし、1回のエッチングにより形成するようにすれば、製作効率を向上させることができる。

【0060】第5の実施形態

本発明の第5の実施形態について、図14を参照しつつ説明する。図14は、本発明の第5の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0061】本実施形態では、上記した第4の実施形態において、スライダ203aを支持する図示しないサスペンションの取付誤差や、ディスク表面の凹凸、装置外部からの振動等の影響により、スライダ203aにローリングが生じた場合に、スライダ203aのうちの浮上量の最も低下する後方の動圧発生部2bのディスク内外周側の側端部がディスクに衝突しないよう、後方の動圧発生部2bのディスク内周側Sin及び外周側Soutの側端部を面取りすることとした。その際、スライダ203aの側部に設ける段差6a、6bの効果を低減しないように、図示のごとき段差8a、8bを形成するとともに、段差7a、7bに対向する段差Ya、Ybを形成するように切欠部27a、27bを設けることとした。かかる構成によれば、仮にスライダ203aにローリングが生じた場合でも、後方の動圧発生部2bの側端部がディスクに衝突するおそれなくなる。

【0062】さらに、本実施形態においては、段差等を形成した後、深溝3を形成する際に、前後の動圧発生部2a、2bに形成されるランド部5、9の寸法が変動したり、エッジにカケ等の欠陥が発生しないように、各動圧発生部の深溝3の近傍にマージン10を設定している。なお、かかる構成において、前方の動圧発生部2aのディスク回転方向Aに関する全長には、マージン10は含まれないものとする。ここで、深溝3を形成する際に生じる寸法誤差の主な原因は、加工に用いるブレードの厚み誤差である。一方、前後の動圧発生部2a、2bのうち、後方の動圧発生部2bについては、寸法誤差に伴う浮上量変動の影響が小さいことから、後方の動圧発生部2bの前端とブレード端部とを正確に位置決めすれば、マージン10は前方の動圧発生部2aの後端のみに設けるようにしてもよい。図15は、そのようにして製作した場合の本実施形態にかかるスライダ形状を示したものである。

【0063】また、スライダ203aは、通常その側面が連結された状態で複数個同時に形成され、最後に側面を切断することにより分割される。従って、本実施形態においては、切断加工を行う際に、ランド部5、9のエッジにカケ等の欠陥が発生しないように、各動圧発生部の側部近傍にもマージン11を設定している。

【0064】第6の実施形態
本発明の第6の実施形態について、図16を参照しつつ説明する。図16は、本発明の第6の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0065】本実施形態は、上記した第5の実施形態に係るスライダ形状の変形形態を示したものである。本実

施形態においては、切欠部26a、26bによって形成される段差7a、7bと、切欠部27a、27bにより段差7a、7bに対向して形成される段差Ya、Ybとにより挟まれたランド部9a、9bが、スライダの側部に近づくにつれ、ディスク回転方向Aに向かって前方に位置するように傾けて構成されて、これによって切欠部26a、26bは略V字形状に形成されている。かかる構成によれば、ランド部9a、9bの側部をスライダ後端部から遠ざけることができるため、図示しないサスペンションの取付誤差や、ディスク表面の凹凸、装置外部からの振動等の影響により、スライダ203aにローリングが生じた場合でも、ランド部9a、9bの側縁部がディスクに衝突するのをさらに有効に防止することができる。

【0066】なお、十分な負圧発生領域を確保するためには負圧発生領域を拡大すると、それに対応して正圧発生部である段差7a、7bの幅が狭くなるため、スライダ203aの立ち上がり特性が劣化する(スライダ203aがディスク上から離陸するタイミングが遅くなる)虞がある。即ち、スライダ203aのローリング剛性と立ち上がり特性は、互いにトレードオフの関係にあると言える。

【0067】本実施形態においては、これら2つの特性を両立させるための手段として、後方の動圧発生部2bに設けられる切欠部26a、26bの形状に特徴を持たせている。上記した第5の実施形態においては、正圧発生用の段差7a、7bはスライダ203aの側方に開放された形状となっているために段差7a、7bに衝突した空気流の一部がスライダ203aの側方から逃げてしまい、その分発生する正圧が低下する。これに対して、本実施形態では段差7a、7bのスライダ側端部を囲うように切欠部26a、26bを略V字形状とし、この切欠部26a、26bで正圧発生用のポケット部を形成している。

【0068】かかる構成によれば、後方の動圧発生部2bにおける正圧発生領域のスライダ側方からの空気の逃げが抑制できるため、ディスク起動時の低周速領域においても正圧を有効に発生させることができ、立ち上がり特性を維持できるとともに、ローリング剛性を十分に発揮させることが可能となる。

【0069】図25では、切欠部26a、26bの形状を略V字形状としたが、例えばU字形状、J字形状等の他の形状としても良い。かかる形状によれば段差6a、6bのディスク回転方向に関する長さを調整することにより、ローリング防止機能を最適化することが可能となる。

【0070】第7の実施形態
本発明の第7の実施形態について、図17を参照しつつ説明する。図17は、本発明の第7の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)

は平面図、(c)は側面図である。

【0071】この図17に示した第7実施形態の構成上の特徴は、後方の動圧発生部2bにおいて、段差6a、6bとの間に、これらに対向して配置される段差Xa、Xbを形成するため、切欠部81a、81bを新たに設けることとしたことである。この切欠部81a、81bを設けたことにより、後方の動圧発生部2bの前縁に対向して段差Wa、Wbが形成される。その結果、段差8a、Wa、Xaで囲まれる領域及び段差8b、Wb、Xbで囲まれる領域で負圧が発生する。

【0072】このように第7の実施形態においては、後方の動圧発生部2bに負圧を発生させる領域を設けることにより、この後方で発生する負圧を利用して以下に説明する様々な作用・効果を得ることを特徴としている。

【0073】なお、切欠部81a、81bは、例えばエッチングなどの手段で形成される。また、切欠部26a、26bによって形成される段差7a、7bと、切欠部27a、27bによって段差7a、7bに対向して形成される段差Ya、Ybとにより挟まれたランド部9a、9bが、スライダの側部に近づくにつれ、ディスク回転方向Aに向かって前方に位置するように傾けて構成されている。このように傾ける構成によれば、ランド部9a、9bの側部をスライダ後端部から遠ざけることができるため、図示しないサスペンションの取付誤差や、ディスク表面の凹凸、装置外部からの振動等の影響によりスライダ203aにローリングが生じた場合にも、ランド部9a、9bの側縁部がディスクに衝突するのを有効に防止することができる。

【0074】(後方で負圧を発生させた場合の作用・効果)まず図18乃至図20を参照して、本発明に係る後方で負圧発生を発生させるヘッドスライダと、従来から用いられている前方側で負圧を発生させるヘッドスライダとを対比する。

【0075】図18(a)は本実施形態にかかるスライダ(後方負圧スライダ)の浮上姿勢を示したもので、図18(b)は従来のスライダ(前方負圧スライダ)の浮上姿勢を示したもので、図19は本実施形態に係るスライダ(後方負圧スライダ)のスライダ面の圧力分布を、図20は従来のスライダ(前方負圧スライダ)のスライダ面の圧力分布をそれぞれ示したものである。

【0076】なお、図19と図20においては、圧力分布は大気圧を基準としたゲージ圧で示しており、大気圧よりも低い圧力を負圧(マイナス:-)、大気圧よりも高い圧力を正圧(プラス:+)と定義し、図中の符号(E)は-0.5~-1気圧、(F)は-1~-0.5気圧、(G)は0~-+1気圧、(H)は+1~-+2気圧、(I)は+2~-+3気圧、(J)は+3~-+4気圧、(K)は+4気圧以上を示している。

【0077】図20から明らかなように、従来のスライ

ダ203bにおいては、磁極21'を支持するスライダ203bの後端近傍で比較的大きな正圧が発生し、負圧のピークはスライダ全長の中央部よりも前方、すなわち前方の正圧発生部86の後縁付近に位置する設計になっている。

【0078】一方図19に示すように、本実施形態によればスライダの圧力分布は、正圧のピークおよび負圧のピークは共にスライダ後方に発生し、スライダ後側の空気膜剛性のみを高め、スライダ前方側については適度な柔軟性を有する構成としている。

【0079】このような従来スライダと本実施形態のスライダの構成の相違によって次のことが言える。第1の特徴点は、スライダ後側に負圧発生部を備えた本実施形態に係るスライダがディスクの潤滑剤の巻き上げ現象に伴う吸着問題を抑制できる点である。つまり、負圧発生部を備えたスライダでは、シーク動作に伴って負圧によりディスク表面に存在する潤滑剤の巻き上げ(スライダの負圧発生部に潤滑剤が吸引されて蓄積される)が発生する。その結果、スライダのバーキング時にスライダに蓄積された潤滑剤が染み出して、スライダがディスクに対して吸着現象を起こすおそれがある。

【0080】従来のスライダ203bでは、正圧発生部コ字状の正圧発生部86の内側全体にスライダ中央部近から後方側まで比較的大面積の負圧発生領域が設けられており、この大面積の負圧発生領域により多量の潤滑剤が巻き上げられる。またスライダのバーキング時にはコの字状の大面積を有する接地面全体に潤滑油が染み出して上述した吸着現象が顕著となる問題がある。一方、本実施形態に係るスライダでは、負圧発生領域はスライダ後側に設けられているので、負圧をスライダ面積で積分したトータル負圧を、従来のスライダのトータル負圧よりも小さくすることが可能となり、その結果、潤滑剤の巻き上げを抑制できる。またバーキング時にも後方の小面積の接地面のみに潤滑油が染み出すに止まり、吸着現象が比較的軽度で済む構成とすることができる。

【0081】第2の特徴点は、スライダ後側に負圧発生部を備えた本実施形態に係るスライダが浮上姿勢変化に伴うスパーニング変動の問題を抑制できる点である。従来の負圧スライダは、図18(b)に示すように浮上面にコの字型の接地面を設け、その内側を数mm掘下げた構造となっている。コの字のディスク回転方向A'方向に相当する接地面の後端を基点として、コの字の内側では負圧が発生し、この負圧と釣り合わせるための大きな正圧が、主に接地面に発生している。この大きな正圧は、空気膜剛性を高くする効果をもたらすため、従来の負圧スライダは製造誤差による浮上量のばらつきが、負圧を発生させない従来のスライダと比較して一応少なくできる。

【0082】しかし、従来の負圧スライダの場合には、負圧がスライダ前方側の正圧発生部の後縁近傍で最も大

きいため、スライダ全体の空気膜剛性が高く、サスペンション荷重誤差、大気圧変動等に伴って生じるピッチング変動が小さく、スライダ全体が平行に上下動してしまうような性質を有している。したがって、従来の負圧スライダでは、サスペンションの荷重誤差、大気圧の変動等の浮上量変動要因に関して浮上量が敏感に変動してしまうという問題を有している。

【0083】一方で、本実施形態では、図18(a)に示すようにスライダ後方の正圧発生部2bが、記録再生部である磁極21よりも上流側に設けられており、負圧発生部がスライダの後方側に形成された切欠部81a、81bに集中していることから、スライダ後方側のみ空気膜剛性を高くし、逆にスライダ前方側は正圧のみ、または弱い負圧との組み合わせ構造とすることにより、サスペンション荷重誤差、大気圧変動等をスライダ前方側の浮上量変動で吸収し、後方側の磁極21の浮上量変動を抑制することができる。

【0084】上記について、さらに詳細に説明するために、本実施形態にかかるスライダの浮上姿勢を示した図18(a)と、従来のスライダの浮上姿勢を示した図18(b)とを比較して説明する。

【0085】従来のスライダ203bにあつては、磁極21'を支持するスライダ203bの後端近傍でも比較的大きな圧力が発生するような設計になっている。このため、ピッチングが生じて浮上姿勢が変化しの際にスペーシングが変動しない点(焦点)85'は、スライダ203bの後端よりも外側に位置することとなる。従って、上記した荷重変動や大気圧変動に伴ってピッチングが変化すると、磁極21'近傍のスペーシングも変動してしまう。

【0086】これに対して、本実施形態によれば、焦点85を磁極21の近傍に位置させることが可能となる。その理由は、以下の通りである。磁極21が設けられている後方の動圧発生部2bのランド部のフラット面9cは、両側部に負圧発生領域となる切欠部81a、81bが設けられており、また、深溝3まで連続して形成されているので正圧を発生させるような段差もなく、また、動圧発生部2b自体が横長形状であることから、ディスク回転方向Aに関して短い構成となっている。このため、フラット面9cに生じる正圧に伴うばね剛性は、比較的弱いものとなる。

【0087】一方、後方の動圧発生部2bにおいて主に正圧が発生するのは、段差7a、7b近傍であり、かかる段差7a、7bは磁極21が設けられる位置よりもディスク回転方向Aに関して前方側に位置している。従って、スライダ203aに作用する圧力は主に前方の動圧発生部2aと、前記段差7a、7bの近傍で発生することとなり、図18(a)に示すように、焦点85をちょうど磁極21の近傍に位置させることが可能となる。従って、上記した荷重変動や大気圧変動に伴ってピッチ

ングが変化しても、磁極21近傍のスペーシングはほとんど変動しない。

【0088】なお、従来の負圧スライダ203bにおいては、負圧を発生させる位置が磁極21'よりもディスク回転方向A'に関してかなり前方の正圧発生部86の後縁を起点とするスライダ中心付近であるために、磁極近傍では高いばね剛性を有する正圧が発生し、本実施形態にかかる効果を発揮することは困難である。

【0089】第3の特徴点は、スライダ後方側に負圧発生部を備えた本実施形態に係るスライダが負圧の効果によってばね剛性を向上させることができる点である。本実施形態においては、切欠部81a、81bを設けることにより、段差8a、Wa、Xaで囲まれる領域及び段差8b、Wb、Xbで囲まれる領域で負圧が発生する。後方の動圧発生部2aは浮上量が小さいことから、段差8a、8bが浅くても有効に負圧を発生させることができる。

【0090】かかる負圧の作用により以下のような効果が生じる。まず、磁極21近傍のスペーシングを変化させることなく、段差7a、7bにより発生させる正圧をさらに高める構成とすることができ、ローリング剛性を向上させることが可能となる。

【0091】また、上記したように正圧を高めることができれば、必然的にばね剛性(ディスクに垂直な方向に関してスライダを支える剛性)を向上させることが可能となる。このように、磁極21が設けられている後方の動圧発生部2bにおけるばね剛性が高められれば、次のような点で有利である。まず、サスペンションの製造誤差等によりサスペンションからスライダ203aに加えられる荷重にばらつきが生じると、スライダ203aの浮上量が変動するが、ばね剛性が高ければこの浮上量変動を小さく抑えることができる。また、使用環境の変化等により大気圧が変動するのに伴い、やはりスライダ203aの浮上量が変動するが、ばね剛性が高ければその浮上量変動を小さく抑えることができる。

【0092】第4の特徴点は、スライダ後方側に負圧発生部を備えた本実施形態に係るスライダが、ヨー角がついたときのローリング防止機能の調整を行える点である。上記した第4乃至第6の実施形態に係るスライダ形状において、ヘッドとディスクとの間の所望のスペーシングもしくは接触力を実現するための一方策として、後方の動圧発生部2bの両側部近傍に設けられる正圧発生用の段差7a、7bの幅(ディスク回転方向とほぼ垂直な方向の長さ)を調整する方法がある。即ち、段差7a、7bの幅を小さくすれば、スペーシングは小さくなり、また、接触力は大きくなる。一方、段差7a、7bの幅を大きくすれば、スペーシングは大きくなり、また、接触力は小さくなる。

【0093】ところが、段差7a、7bの幅を調整すると、必然的にスライダ長手方向の中心軸(スライダ中心

軸)からディスク回転方向Aにはば沿った段差6a, 6bが設けられる位置までの距離が変動し、かかる段差6a, 6bの有するローリング防止機能(上記第3及び第4の実施形態の説明参照)に変化が生じる。従って、所定のスペーシングや接触力を得るために段差7a, 7bの幅を設定した場合、そのローリング防止効果が顕著になりすぎて、ヨー角が大きくなるディスク外周側において、スライダ203aのディスク内周側Sinがディスクに接近し、ディスク外周側Souがディスクから離反するようにローリングしてしまう場合がある。

【0094】そこで、本実施形態では、このような場合の解決策として、前述したように後方の動圧発生部2bにおいて、段差6a, 6bとの間に、これらに対向して配置される段差Xa, Xbを形成するため、切欠部81a, 81bを新たに設けている。

【0095】上記したように、ディスク外周側でヨー角がついた時には、空気流によって段差6aにおいては正圧が、段差6bにおいては負圧がそれぞれ発生する。これらの圧力とスライダ中心軸から段差6a, 6bが設けられる位置までの距離との積で決まるローリングモーメントによって、スライダ203aのディスク外周側Souがディスクから離反し、ディスク内周側Sinがディスクに接近するようにローリングが生じる。

【0096】一方、段差Xa, Xbは、これとは逆の効果をも有する。即ち、段差Xaにおいては負圧が、段差Xbにおいては正圧がそれぞれ発生し、スライダ203aのディスク外周側Souがディスクに接近し、ディスク内周側Sinがディスクから離反するようにローリングが生じる。

【0097】従って、スライダ中心軸から段差Xa, Xbが設けられる位置までの距離を適宜選べば、適度なローリングモーメントを発生させることが可能となることから、上記したローリング防止機能を調整することが可能となる。

【0098】第5の特徴点は、スライダ後方側に負圧発生部を備えた本実施形態に係るスライダが、ピッチング依存性低減の効果を備えている点である。この点について図17を参照して説明する。本実施形態に係るスライダ形状においては、後方の動圧発生部2bの前縁から連続的に形成されているランド部の面(フラット面)9cが先に説明した他の実施形態と比較して小さくなる。フラット面9cは、周速依存性(スライダに作用する浮上力がディスク内外周における周速差に依存する性質)は小さいが、ピッチング依存性(スライダに作用する浮上力がピッチングの差に依存する性質)は大きい(図4参照)。

【0099】したがって、フラット面9cの面積が大きい場合は、スライダ203aをディスクに押付ける荷重が変動したり(荷重変動)、使用環境の変化により大気圧が変動した(大気圧変動)場合等に、前方の動圧発生

部2aの浮上量が低下し、スライダ203a全体のピッチングが変化することにより、磁極21近傍の浮上量もしくは接触力が変動し易くなる。

【0100】これに対して、本実施形態に係るスライダ形状では、後方の動圧発生部2bに切欠部81a, 81bを形成することによりフラット面9cの面積が削減されているため、上記問題点が軽減され、磁極21近傍の浮上量もしくは接触力が、上記した荷重変動や大気圧変動に対してより安定となる。

【0101】以上説明した本実施形態によれば、上記した第4の実施形態と同様に、ヨー角依存性の低減により過激的な浮上量変動を抑制することができ、かつディスク内外周での浮上量一定化を実現することが可能となるとともに、潤滑剤の巻き上げを抑制して吸着現象が防止でき、ディスク外周側でのスタグ203aのローリングをより有効に防止でき、しかもローリング剛性を高く維持することができるとともに、スライダ-ディスク間のスペーシングもしくは接触力の安定化を実現することが可能となる。

【0102】また、段差Xa, Xbを段差6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8bと同じ深さに設定すれば、1回の工程で切欠部26a, 26b等と同時に切欠部81a, 81bを形成することができ、製作効率を向上させることが可能となる。

【0103】なお、図21に図17に示した第7の実施形態の変形例を示すように、切欠部26a, 26bによって形成される段差7a, 7bと、切欠部27a, 27bによって段差7a, 7bに対向して形成される段差Ya, Ybとにより挟まれたランド部9a, 9bを、ディスク回転方向Aとほぼ直交する方向へほぼ真直ぐに延びるように形成して良い。

【0104】このように図21に示した変形例では、上記した第7の実施形態のようにランド部9a, 9bをスライダの側部に近づくにつれ、ディスク回転方向Aに向かって前方に位置するように傾けは構成していない。しかしかかる構成によっても、ランド部9a, 9bの側部をスライダ後端部から遠ざけることができるため、図示しないサスペンションの取付誤差や、ディスク表面の凹凸、装置外部からの振動等の影響によりスライダ203aにローリングが生じた場合にも、ランド部9a, 9bの側縁部がディスクに衝突するのを有効に防止することができる。したがって、このような図21に示す構成を採用することも可能である。

【0105】第8の実施形態
本発明の第8の実施形態について、図22を参照しつつ説明する。図22は、本発明の第8の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0106】本実施形態は、上記した図17に示した第7の実施形態にクラウンを設けたスライダ形状を示した

ものである。本実施形態は、前方の動圧発生部2aと後方の動圧発生部2bの表面が互いに同一平面上にくることないよう、該表面全体がディスク側に凸な関係に形成されていることを特徴とする。即ち、スライダ203aのディスクに対向する面の形状を、例えば楕円筒状もしくは円筒状の軌跡に合わせて湾曲させることによりクラウンを形成している。

【0107】このような構造を実現する手段としては、通常のスライダに利用されている方法、即ち、サスペンションを貼り付ける際の条件を選ぶ、スライダの腹面にスクラッチを設けることにより表面張力を開放するなどがある。

【0108】また、図示しないが、前方の動圧発生部2aの後部と、後方の動圧発生部2bの前部に膜を積層することによってディスク側に凸な形状とすることも可能である。

【0109】さらに、前方の動圧発生部2aを前方から後方に向けてディスクに近付けるように傾斜させるとともに、後方の動圧発生部2bを前方から後方に向けてディスクから遠ざけるように傾斜させることにより、全体としてディスク側に凸な形状とすることも可能である。

【0110】このような構成によれば、前方の動圧発生部2aに迎え角がつくことにより、動圧輻受としての効果が増大し、ピッチングが大きくなるという特徴がある。ピッチングが大きいと、ディスク回転中にスライダ203aとディスクとの隙間にごみが進入しても前方の動圧発生部2aに付着しにくくなり、かつ、後方の動圧発生部2bに付着したとしても、スライダ203aが前のめりになる危険が少なく、安定した浮上もしくは接触が可能となる。

【0111】また、このような構成によれば、ディスク停止時におけるスライダ203aとディスクとの接触部が、前方の動圧発生部2aの後端と、後方の動圧発生部2bの前端になり、吸着がより起こりにくくなるという利点もある。

【0112】さらに、このような構成によれば、上記した荷重変動や大気圧変動による浮上量変動を小さく抑えることが可能となる。スライダ203aをディスク方向に押付ける荷重が所定の値よりも大きくなった場合や大気圧が下がった場合のいずれの場合にも、前方の動圧発生部2aにおける浮上量が低下し、ピッチングも低下するため、後方の動圧発生部2bはこれに伴って、ピッチング依存性の影響により、浮上量が低下してしまう。ところが、クラウンの影響で迎え角がついている場合には、ピッチングの低下する割合が小さくなるため、後方の動圧発生部2bにおける浮上量の低下も起こりにくくなり、浮上量の安定化が実現できる。

【0113】第9の実施形態
本発明の第9の実施形態について、図23を参照しつつ説明する。図23は、本発明の第9の実施形態にかかる

スライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0114】本実施形態は、上記の第8の実施形態の変形例を示したものである。本実施形態では、上述した全ての実施形態で採用されていた深溝3の形成を行わないことが最も特徴とする構成である。つまり、上述した実施形態で深溝3により前方側動圧発生部2aと後方側動圧発生部2bとに分割されていた動圧発生部はスライダ前方から後方へ連続的な動圧発生部2として形成されている。更に段差6a、6bの形状を変形してランド部9cをスライダの前方へ延出するように構成している。これに伴い負圧発生部を成している切欠部81a、81bの形状もスライダ前方側へ延出されて面積が先の実施形態と比較して大きくなっている。

【0115】ここで、切欠部81a、81bの領域は、段差Wa、Wb近傍で発生する負圧の値を決定する要素となっている。従って、後方の動圧発生部2bの前縁の形状を適宜調整できることは、以下の点で有効である。即ち、後方の動圧発生部2bの前縁に設けられるランド部9cの形状を調整することにより、段差6a、6bのディスク回転方向に関する長さ、及び段差7a、7bの領域とは独立に切欠部81a、81bの領域を設定することが可能となる。つまり、段差6a、6bにより得られるローリング防止機能や、段差7a、7bによる正圧発生機能とは独立に負圧発生機能を調整することが可能となり、設計の自由度を大幅に向上させることができる。

【0116】本実施形態のように、切欠部81a、81bの領域を拡張することができれば、より大きな負圧を発生させることが可能となるので、段差6a、6b、7a、7bにより形成される領域を調整したり、ランド部9a、9bの幅を長くするなどの手段により、段差7a、7bの近傍でさらに大きな正圧を発生させる設計が可能となり、後方の動圧発生部2bのローリング剛性及びばね剛性を向上させることができる。

【0117】なお、本実施形態においては、動圧発生部2の前方側には先の実施形態と同様に段差4を形成することによってランド部5が形成されて正圧発生部となっている。

【0118】このように本発明のヘッドスライダにおいては、深溝3を設けることなくスライダの後側面に負圧を発生させる構成を採用することによっても、先の実施形態の「スライダ後方側で負圧を発生させた場合の作用・効果」の欄に記載したような第1～第5の特徴点で示した作用・効果を得ることが可能である。

【0119】第10の実施形態
本発明の第10の実施形態について、図24を参照しつつ説明する。図24は、本発明の第10の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0120】本実施形態は、上記の第9の実施形態の変形例を示したものである。本実施形態では、図23に示した動圧発生部2をスライダの腹面を兼用して構成し、このスライダ腹面に形成された動圧発生部2の前方側に段差4を形成してランド部5を設け、動圧発生部2の後方側には負圧を発生させるための切欠部81a、81bを形成してランド部9a、9b、9cがそれぞれ設けられている。

【0121】このようにスライダ腹面を兼用してランド部5及びランド部9a～9cを同一の高さとし、1回のエッチングにより形成するようにすれば、製作効率を著しく向上させることができる。

【0122】第11の実施形態

本発明の第11の実施形態について、図25を参照しつつ説明する。図25は、本発明の第11の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0123】本実施形態では、前方の動圧発生部2aのランド部5の後方に、第1の深さの段差30が設けられ、ランド部5の後方に前方の動圧発生部2aが延長されている。そして、延長された前方の動圧発生部2aに更に第2の深さの段差31a、31bを形成するように切欠部32が設けられている。この切欠部32は、深溝3側に開口して設けられる。

【0124】ここで、第1の深さ（段差30の持つ深さ）をランド部5の前方に段差4と同じ深さとし、ランド部5の形成時に段差30を同時に形成することが可能である。

【0125】第2の深さ（段差31の持つ深さ）は数 μm のオーダーであり、ディスクの回転方向Aに沿って第1の深さの段差30よりも深く形成されているので、ディスクの回転に伴い、スライダ203aに発生する空気流の作用により、段差31aを基点に切欠部32の境界領域において当該スライダ203aに負圧が発生する。

【0126】また、切欠部32は、動圧発生部2aの延長部分によりその両側部を囲まれるように形成されているため、負圧がスライダ側部で大気圧に開放されることにより低減されることなく効率的に発生する。また、動圧発生部2aの延長部分により構成される側部は、スライダ203の対ディスク表面接地面積を増やすことなく負圧を効果的に発生させることができるので、一般の負圧スライダが吸着作用に困窮するのに対し、かかる吸着防止の面で非常に有利となる。また、このような構成によれば、正圧と負圧の和であるサスペンション荷重を小さく設定することが可能である。

【0127】第12の実施形態

本発明の第12の実施形態について、図26を参照しつつ説明する。図26は、本発明の第12の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0128】本実施形態に係るスライダは、図25に示した第11の実施形態に示したスライダの変形例を示すもので、深溝3を設けないように構成した点が特徴である。つまり、上述した実施形態で深溝3により前方側動圧発生部2aと後方側動圧発生部2bとに分割されていた動圧発生部は段差31bとランド部5により区別された切欠部32を介して分割されている。ランド部9a、9b、9cの形状は、図23、図24に示した実施形態とほぼ同様である。

【0129】切欠部32の深さは数 μm のオーダーであり、ディスク方向に突出する動圧発生部2aよりもディスクから遠ざかる方向へ深く形成されているので、ディスクの回転に伴い、スライダ203aに発生する空気流の作用により、ランド部5の後縁を基点に切欠部32の境界領域において当該スライダ203aに負圧が発生する。この圧力分布の様子を図27に示す。

【0130】この図27の圧力分布特性にも示されるように、切欠部32は、動圧発生部2aの延長部分に形成された段差31bによりその両側部を囲まれるように形成されているため、負圧がスライダ側部で大気圧に開放されることにより低減されることなく効率的に発生する。また、動圧発生部2aの延長部分により構成される段差31aは、スライダ203aの対ディスク表面接地面積を増やすことなく負圧を効果的に発生させることができるので、一般の負圧スライダが吸着作用に困窮するのに対し、かかる吸着防止の面で非常に有利となるといった図25に示した第11の実施形態とほぼ同様の作用・効果を得ることができるといえる。

【0131】すなわち本実施形態は、スライダ前方とスライダ後方の2箇所に別々の負圧発生部を設け、それぞれの負圧作用が独立に最適に作用できる構成としたものである。したがって、図18に説明した大気圧の変化および荷重のばらつき等に対して所望の挙動を実現することが可能であり、さらにスライダ全体の浮上安全性をも満足させる設計が可能となる。なお、スライダ後方側の動圧発生部2bの構成・作用・効果については先に示した図23、図24の第9、第10の実施形態とほぼ同様である。

【0132】第13の実施形態

本発明の第13の実施形態について、図28を参照しつつ説明する。図28は、本発明の第13の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0133】本実施形態に係るスライダは、前方側の動圧発生部2aと、後方側の動圧発生部2bと、前方側の動圧発生部2aに設けられた段差4により形成されるランド部5と、後方側の動圧発生部に形成されたランド部9a、9b、9cと、ランド部9cからスライダ前方側へ延出されてランド5と接続されたランド部9dとを主として特徴的な構成としている。

【0134】前方側の動圧発生部に形成されたランド部5は、スライダ後方側へ向かって凸形状となる略V形状を成し、このランド5に沿って正圧が発生する。後方側のランド部9a～9cの周囲では先の実施形態と同様に切欠部81a、81bのポケットで負圧が発生し、ランド部9a、9b近傍では正圧が発生している。このように前方側のランド5と後方側のランド部9cとの間をランド部9dで接続した構成においても、先に示した実施形態と同様の作用・効果を奏することができる。

【0135】第14の実施形態

本発明の第14の実施形態について、図29を参照しつつ説明する。図29は、本発明の第14の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、

(b)は平面図、(c)は側面図、(d)はスライダがディスク上に接地しているときの側面図である。

【0136】本実施形態においては、前方の動圧発生部2aと後方の動圧発生部2bとの間に突出部2cを設けている。この突出部2cのディスク対向面は、そのディスク回転方向Aに略垂直な方向に関してほぼ中央に接地パッド90が形成されるようにその両側部を後退させた構成を有する。ここで、突出部2cは、機械加工もしくはエッチングにより深溝3a、3bを設けることにより形成される。また、接地パッド90は、その部分をマスキングし、エッチングにより両側部を後退させることにより形成される。

【0137】また、本実施形態においては、前後の動圧発生部2a、2bに設けられるランド部5、9a、9b、9c及びその間に位置する突出部2cに設けられる接地パッド90のうち、接地パッド90が最もディスク側に突出した構成となっている。このような構成とするには、接地パッド90以外の面をエッチング等の後退させる。接地パッド90がその頂点近傍に位置するようにクラウン（スライダのディスク対向面をディスク側に凸形状としたもの）を設ける。もしくは、接地パッド90の部分のみに保護膜を厚く形成する等の手段を施せばよい。ここで、図29(d)に示すように図示しないサスペンションにより、前方の動圧発生部2aと突出部2cとの間に荷重Pを付与するようになれば、前方の動圧発生部2aに設けられたランド部5と、突出部2cに設けられた接触パッド90のみがディスク停止時にディスク201上に接地するようになる。従って、磁頭21が設けられている後方の動圧発生部2bをディスク201と非接触の状態に保つことができ、スライダ203aとディスク201との接地面積を低減することが可能となり、ひいてはスライダ203aとディスク201との吸着を防止することが可能となる。また、後方の動圧発生部2bをディスク201と非接触の状態に保つことができれば、ディスク起動時に生じる摩擦粉等のこみが磁頭21の近傍に付着することを防止することができる。

【0138】ところで、荷重Pを付与する位置は上記し

た場合に限られない。例えば、後方の動圧発生部2bと突出部2cとの間に荷重Pを付与するとすれば、前方の動圧発生部2aをディスク201と非接触の状態に保つことができ、やはりスライダ203aとディスク201との接地面積を低減することが可能となり、ひいてはスライダ203aとディスク201との吸着を防止することが可能となる。また、荷重Pを付与する位置を適当に選べば、接地パッド90のみを接地させることも可能となる。

【0139】なお、ここで、前方の動圧発生部2aにおける段差4と接地パッド90を設けるために新たに設けた突出部2cの後退深さを同一の深さとし、1回のエッチングにより形成するようになれば、製作効率を向上させることができる。また、本実施形態は図29に示した場合に限らず、上記した全ての実施形態に示したスライダ形状とも適宜組合せることが可能である。

【0140】第15の実施形態

本発明の第15の実施形態について、図30を参照しつつ説明する。図30は、本発明の第15の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0141】本実施形態では、上記した第14の実施形態で設けた突出部2cに相当する構成を設けず、接地パッド90を直接設ける構成としている。接地パッド90は、エッチングで深溝3を形成する際に、その部分をマスキングに残すことにより形成される。また、接地パッド90を設ける位置は、図30に示した場合に限られず、適宜変更することができる。また、接地パッド90の個数も適宜変更することができる。また、接地パッド90の形状も任意に設計することができる。例えば、図31(20)に示すように、中空半円筒状としてもよい。かかる構成によれば、図31(d)に示したように、接地面積を増やせずに、接地領域を拡大することができる。また、安定な接地を可能とするとともに、接地パッド90のみを接地させることも容易となる。従って、かかる構成によれば吸着防止効果をさらに向上させることができる。

【0142】一方、本実施形態では、スライダ203aの加工を全てエッチングにより行うことから、スライダ203aの四隅を面取りすることも容易であり、種々の要因によるローリング変動やピッチング変動あるいは浮上量変動が生じて、スライダ203aがディスクと衝突する危険を回避することも容易となる。また、装置に衝撃が加わり、スライダ203aがディスクから一旦離れ、再び接地する際にディスクに傷を付けることがある。特に接地の際の姿勢がディスクと平行でない場合、スライダの四隅のいずれかがディスクに鋭い傷を形成する原因となる。従って、スライダ203aの四隅を面取りすれば、かかるディスクへの損傷を防止する効果をも有する。

【0143】第16の実施形態

本発明の第16の実施形態について、図32を参照しつつ説明する。図32は、本発明の第16の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0144】本実施形態の特徴は、深溝3をエッチングで形成するため、前方の動圧発生部2aの後縁と、後方の動圧発生部2bの前縁を任意の形状に加工できる点にある。本実施形態では、前方の動圧発生部2aの後縁に凹部91aを設けて、効率よく負圧を発生させるようにするとともに、後方の動圧発生部2bの前縁にも凹部91bを設け、段差7a、7bを形成するために設けられる切欠部26a、26bの領域を拡張している。

【0145】ここで、切欠部26a、26bの領域は、段差7a、7b近傍で発生する正圧の値、あるいはディスクの周速やスライダのピッチングの変化に伴う正圧の挙動を決定する要素となっている。従って、後方の動圧発生部2bの前縁の形状を適宜調整できることは、以下の点で有効である。即ち、後方の動圧発生部2bの前縁に設けられる凹部91bの形状を調整することにより、段差6a、6bのディスク回転方向に関する長さや段差7a、7bを形成するために設けられる切欠部26a、26bの領域を独立に設定することが可能となる。つまり、段差6a、6bにより得られるローリング防止機能と、段差7a、7bによる正圧発生機能とを独立に調整することが可能となり、設計の自由度を大幅に向上させることができる。

【0146】また、凹部91bの形状を調整することにより、段差6a、6bと、段差Xa、Xbのディスク回転方向に沿った方向の長さを適宜変更することもできる。その際、段差7a、7bによる正圧発生機能とは独立にその長さを決定することが出きるため、上記第6の実施形態で説明したローリング防止機能の調整を容易に行うことが可能となる。

【0147】第17の実施形態

本発明の第17の実施形態について、図33を参照しつつ説明する。図33は、本発明の第17の実施形態にかかるスライダ形状を示したもので、(a)は斜視図、(b)は平面図、(c)は側面図である。

【0148】本実施形態では、前方の動圧発生部2aの後縁に凹部91aを設けて、負圧を発生させるようにするとともに、後方の動圧発生部2bの前縁にも凹部91bを設け、負圧を発生させる段差Wa、Wbを形成するために設けられる切欠部81a、81bの領域を拡張している。

【0149】ここで、切欠部81a、81bの領域は、段差Wa、Wb近傍で発生する負圧の値を決定する要素となっている。従って、後方の動圧発生部2bの前縁の形状を適宜調整できることは、以下の点で有効である。即ち、後方の動圧発生部2bの前縁に設けられる凹部91bの形状を調整することにより、段差6a、6bのデ

ィスク回転方向に関する長さ、及び段差7a、7bを形成するために設けられる切欠部26a、26bの領域とは独立に切欠部81a、81bの領域を設定することが可能となる。つまり、段差6a、6bにより得られるローリング防止機能や、段差7a、7bによる正圧発生機能とは独立に負圧発生機能を調整することが可能となり、設計の自由度を大幅に向上させることができる。

【0150】本実施形態のように、切欠部81a、81bの領域を拡張することができれば、より大きな負圧を発生させることが可能となるので、切欠部26a、26bの領域を調整したり、ランド部9a、9bの幅を長くするなどの手段により、段差7a、7bの近傍でさらに大きな正圧を発生させる設計が可能となり、後方の動圧発生部2bのローリング剛性及びばね剛性を向上させることができる。

【0151】以上、種々の実施形態について説明したが、いずれもスライダ203aの後方動圧発生部2b上に形成されるランド部9はスライダ長手方向の中心軸線を中心に対称形状としたが、これは必ずしも対称形状である必要はなく、状況に応じて非対称とすることも可能である。

【0152】また、上記した各実施形態は、ヨー角依存性によらずにディスク内外周における浮上量もしくは接触力を一定に維持する機能を有するものであるから、MRヘッドを採用し、ディスク内外周でトラックずれを防止するためにヨー角変動が生じないようなシークを行う場合にも、非常に適したスライダ形状であるといえる。

【0153】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ヨー角依存性の低減により過渡的な浮上量変動を抑制することができることと、ディスク内外周での浮上量一定化もしくはヘッドーディスク間の接触力の一定化を実現することが可能なヘッドスライダを提供することができ、

【0154】また、本発明にかかるヘッドスライダを用いることにより、ヘッドスライダの低浮上化、あるいはヘッドーディスク間の低荷重かつ安定な接触が可能となることから、記録密度の向上を図ることが可能な記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 記録再生装置の一例である磁気ディスク装置の概略図。

【図2】 スライダの浮上姿勢に関する説明図。

【図3】 本発明の第1の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図4】 後方の動圧発生部のピッチングに対して、同動圧発生部の後端のスペーシングを一定とした場合の浮上力をプロットした図。

【図5】 前方の動圧発生部のディスク回転方向に関する長さLとランド部の同方向に関する長さSとの比率に

対する、スライダの後端のスペーシングを一定とした場合のディスク内外周での浮上力の比をプロットした図。

【図6】 ディスクの周速に対するスライダのピッチング及びヘッドが設けられる後方の動圧発生部の後端におけるスペーシングの変化を示した図。

【図7】 ディスク起動時の状態を示した説明図。

【図8】 本発明の第1の実施形態にかかるヘッドスライダの変形例の形状を示した図。

【図9】 本発明の第2の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図10】 本発明の第2の実施形態にかかるヘッドスライダの変形例の形状を示した図。

【図11】 本発明の第3の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図12】 本発明の第4の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図13】 後方の動圧発生部におけるディスクの回転方向と略垂直な方向（スライダ幅方向）に関する圧力分布を示した図。

【図14】 本発明の第5の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図15】 本発明の第5の実施形態にかかるヘッドスライダの変形例の形状を示した図。

【図16】 本発明の第6の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図17】 本発明の第7の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図18】 本発明の第7の実施形態にかかるスライダと従来のスライダの浮上量変動についての説明図。

【図19】 本発明の第7の実施形態にかかるスライダの圧力分布特性を示した図。

【図20】 従来のスライダの圧力分布特性を示した図。

【図21】 本発明の第7の実施形態の変形例にかかるスライダの形状を示した図。

【図22】 本発明の第8の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図23】 本発明の第9の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図24】 本発明の第10の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図25】 本発明の第11の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図26】 本発明の第12の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図27】 本発明の第12の実施形態にかかるヘッドスライダの圧力分布特性を示した図。

【図28】 本発明の第13の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図29】 本発明の第14の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図30】 本発明の第15の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図31】 本発明の第15の実施形態の変形例にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図32】 本発明の第16の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図33】 本発明の第17の実施形態にかかるヘッドスライダの形状を示した図。

【図34】 従来のスライダを採用した磁気ディスク装置の概略図。

【図35】 従来のテーパフラットスライダの概略を示した斜視図。

【図36】 シーク時における等価的なヨー角変動の説明図。

【符号の説明】

203a ヘッドスライダ

2a, 2b 動圧発生部

3 深溝

4, 6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b, Xa, Xb, Ya, Yb, Wa, Wb, 30, 31a, 31b

段差

5, 9a, 9b, 9c ランド部

10, 11 マージン

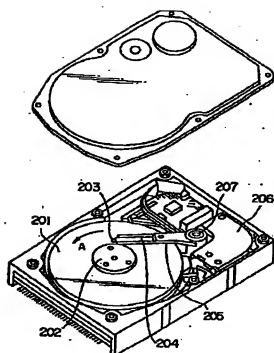
20 記録再生ヘッド

21 磁極

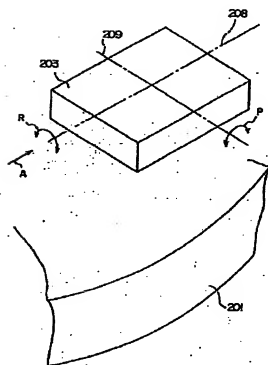
25a, 25b, 26a, 26b, 27a, 27b, 8

1a, 81b 切欠部

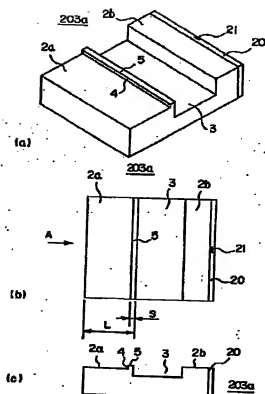
【図1】



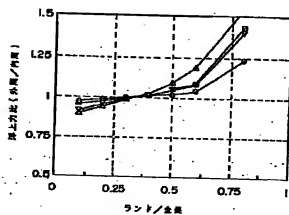
【図2】



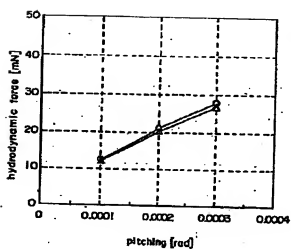
【図3】



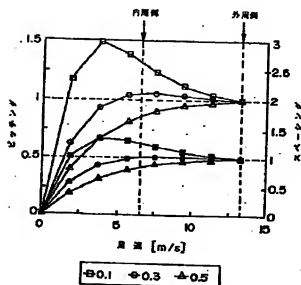
【図5】



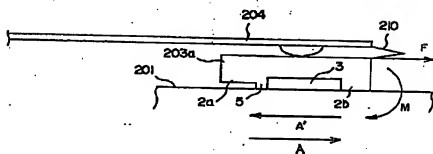
【図4】



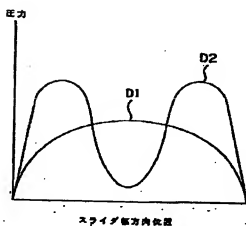
【図6】



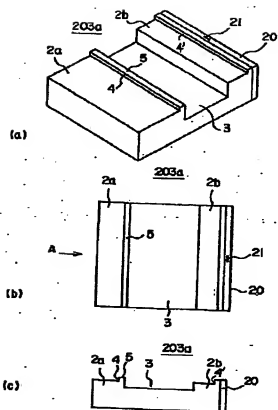
【図7】



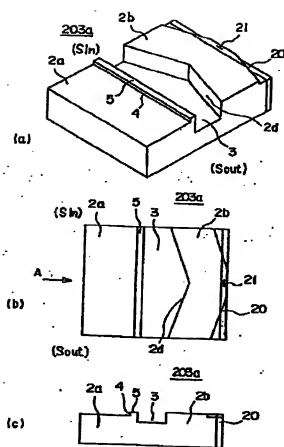
【図13】



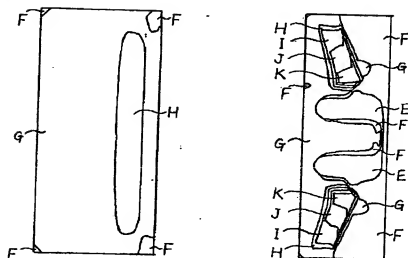
【図 8】



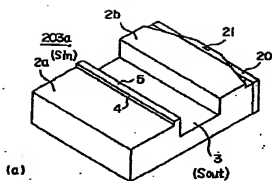
【図 9】



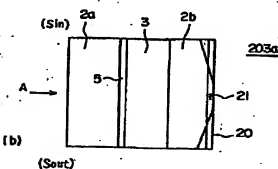
【図 19】



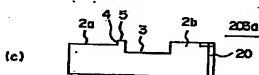
【図10】



(a)

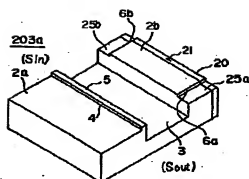


(b)

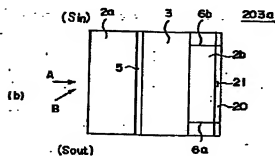


(c)

【図11】



(a)

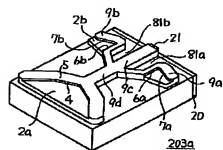


(b)

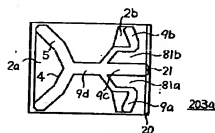


(c)

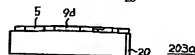
【図28】



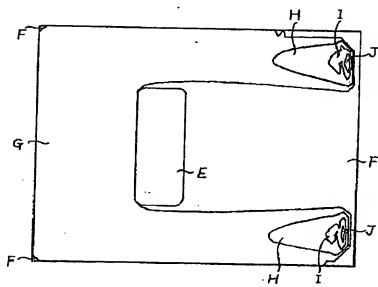
(a)



(b)



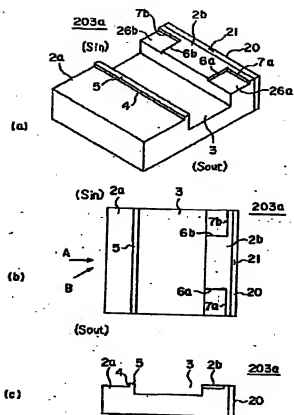
【図20】



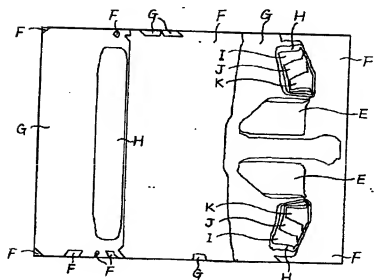
(a)

(b)

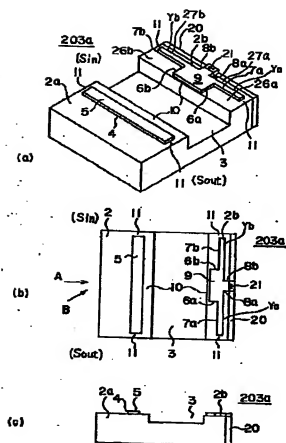
【図 12】



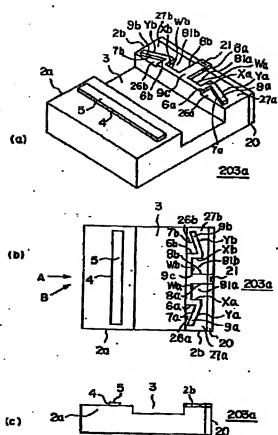
【図 27】



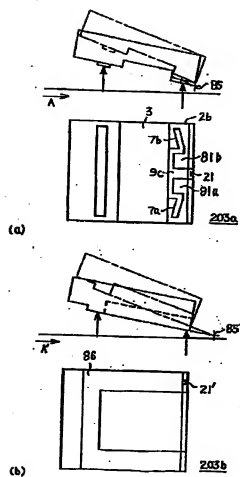
【図 14】



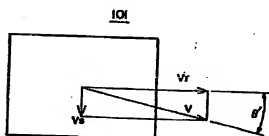
【図 17】



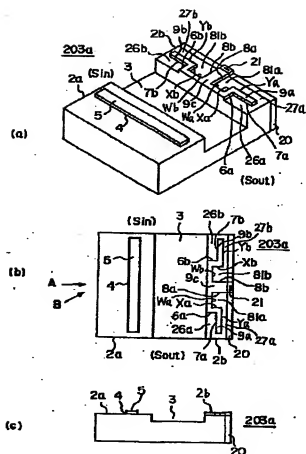
【図 18】



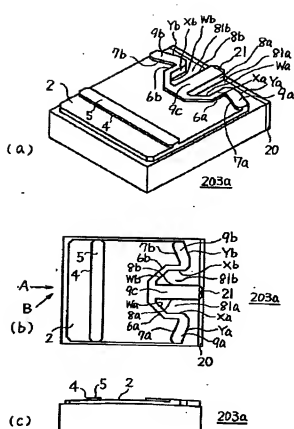
【図 36】



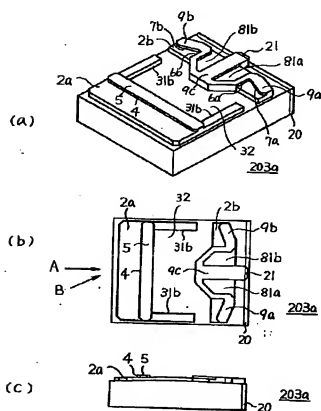
【図21】



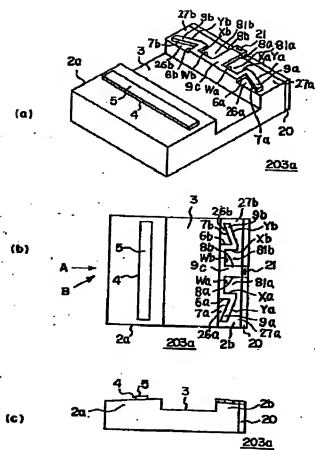
【図23】



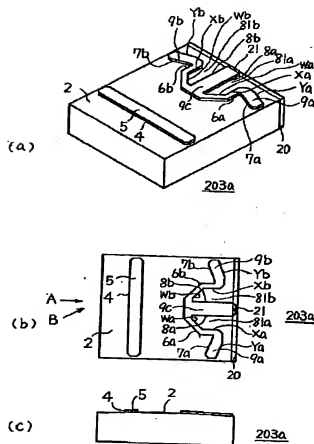
【図26】



【図 2 2】



【図 2 4】



【図32】

